

# MINERALOGIA APLICADA

## MEMORIA sobre la metalúrgia práctica del plomo y de la plata en el distrito de minas de Zimapan.

TEORIA DEL BENEFICIO POR VIA SECA Ó DE FUNDICION:

OBSERVACIONES

SORRE LOS METODOS ADOPTADOS EN ESTE DISTRITO, Y ANALISIS DE ALGUNOS MINERALES, Y DE LOS PRODUCTOS ARTIFICIALES OBTENIDOS

EN EL TRATAMIENTO METALURGICO,

POR EL SR. D. FEDERICO FARRUGIA MANLY, SOCIO CORRESPONSAL EN ESE LUGAR.

(CONTINUA.)

*Cuarto.*—Los mismos metales imperfectamente calcinados, con óxido y sulfato de fierro, fundidos con mineral de fierro, cal y otros fundentes.

La calcinacion al aire libre de los minerales, tanto los de la mina de San Júdas, como las galenas abronzadas de Lomo de Toro, no es tan perfecta como se necesita: esta irregularidad que se observa tomando piedras de diferentes partes de los montones en que se encuentran más ó ménos calcinadas, depende de las circunstancias atmosféricas, porque al mismo tiempo que en el centro de la *calud* se desarrolla un gran calor hasta el extremo de formar grumos con el mineral casi fundido, en la superficie se pierde mucho calor por la irradiacion; así la calcinacion es muy imperfecta, y los metales contienen siempre una cantidad notable de arsénico y de azufre.

La formacion de los lechos de fusion, particularmente de los metales argentíferos de la mina de San Júdas, necesitan especial cuidado en las sustancias que deben agregarse, y en particular el mineral de fierro y la cal: como hemos dicho, estas sustancias se echan en las *revolturas*, la primera como desulfurante, y la segunda con el objeto de formar una especie de mortero

y construir pequeñas piedras artificiales con las tierras ó arenillas. La cal, lo mismo que otras bases terrosas, aumentan notablemente la accion de los minerales de fierro sobre los sulfuros, pero por otra parte, tambien enfria las sustancias en la zona de fusion, porque vitrificándose algunas veces, les quita una parte de su natural fusibilidad, pero en cambio, despues les comunica cierta porosidad benéfica á las reacciones que deben efectuarse; además, ejerce otras acciones químicas, porque obra sobre los sulfatos, silicatos y sulfuros; tomando de los dos primeros una parte de sus ácidos y de los segundos el azufre, verificándose así estas modificaciones, que imprime á las sustancias que reciben su contacto, y siendo estos minerales plomosos, resulta plomo metálico y sulfato de cal con el auxilio de la llama oxidante que produce el soplo sobre el combustible echado en el horno.

La arcilla plástica como más adherente, seria muy buena para formar los pequeños adobes de las tierras ó arenillas, pero entónces serian muy refractarios y difícil su fusion.

La cal tiene su empleo en este mineral muy limitado en la metalúrgia, por la abundancia que hay de minerales de fierro, y solo se usa, como hemos dicho, para construir los adobes de las tierras ó arenillas de los metales.

En el lugar correspondiente de esta Memoria, pondrémos las fórmulas adoptadas para la fusion de los metales de la mina de San Júdas, usando como principal agente los metales plomosos de la mina de Lomo de Toro, llamados *cuajados*. Ahora tratarémos de lo difícil que se presenta la fusion de los citados metales, sin la adición de los minerales de plomo carbonatados, y oxidados, naturales ó artificiales.

Los metales de la mina de San Júdas, como nos demuestra la análisis cuantitativa verificada por el Sr. Ramirez, se componen de: Plomo, 41'60 p $\S$ , plata 0'60, azufre 10'80, arsénico 4'20, antimonio 5'50, fierro 15'00, manganeso 5'10, zinc 8'00 y siliza 29'70. Como se ve por estas proporciones, tenemos que los cuerpos perjudiciales en la fusion, predominan de una manera notable, como son: el azufre, arsénico, antimonio y zinc; pero si bien es verdad que algunos de ellos son desalojados en gran parte por la calcinacion, los restantes, como el antimonio y el zinc, desaparecen casi completamente.

Fijándonos en estos datos, y suponiendo el mineral calcinado en las mejores y favorables circunstancias, explicarémos, guiados por los principios de la teoría que son las reglas de la práctica, el por qué son indispensables para su buena fusion, los metales plomosos, carbonatados y oxidados, llamados comunmente *de ayuda*.

El plomo, que en diferentes estados y combinaciones se echa en los le-

chos de fusion, con el fin de recoger la plata contenida en los minerales argentíferos, forma una aleacion de plata y plomo; éste último efectúa el mismo papel que el mercurio en el beneficio por vía húmeda ó de amalgamacion: si el mercurio no se encuentra en la *torta* en exceso, esto es, 5 ó 6 veces más que el peso de la plata contenida en la masa de mineral que se beneficia, el cloruro de plata que se forma por la accion del cloruro de sodio y del sulfato de cobre, no encontrando vehículo en que reducirse, únicamente se amalgamará con el mercurio la cantidad necesaria para saturarlo; entónces la plata excedente se perderá en el agua del lavado de la *torta* y en los residuos ó *jales* que tambien arrastra el agua consigo: en este caso, estos residuos los podremos considerar como las escorias en el tratamiento por fundicion ó vía seca.

Sometiendo á una temperatura conveniente 100 partes de litargirio (PbO) en contacto con carbon vegetal en exceso, químicamente debemos obtener de plomo metálico 92'83 partes; en este caso se ha perdido . . . . . 7'17 partes de oxígeno que estaban contenidas en el litargirio; pero como en la práctica se obtiene en la reduccion del protóxido á plomo metálico, una diferencia positiva de 18 p $\Sigma$  en las mejores circunstancias, resulta, además, una pérdida de 10'83 p $\Sigma$ , y que proviene evidentemente de la volatilizacion del plomo ya reducido y sometido á la alta temperatura que sufre en la zona de fusion, no obstante ser impedida por los *mattes* y las escorias, aun en el tiempo que permanece en el crisol del horno cubierto siempre por éstas.

Si al mismo tiempo que revivificamos el litargirio, agregamos en los lechos de fusion alguna sustancia mineral sulfurada, como por ejemplo, la galena de más difícil reduccion, sin que se halle inmediata otra sustancia de una grande afinidad con el azufre, es evidente que al desprenderse éste en el estado de ácido sulfuroso del cuerpo que lo contenia, obra directamente sobre el plomo ya reducido, formándose entónces un sub-sulfuro de plomo artificial; pero si en lugar de litargirio ponemos mineral de plomo oxidado y carbonatado, es decir, la misma galena de matriz arcillosa y calcárea, descompuesta por el combustible ó por la accion de los agentes atmosféricos, y además, si la pirita de fierro que contenga, tambien ha sufrido la misma descomposicion que la galena, convirtiéndose en óxido de fierro, tendremos, á mayor abundamiento, un compuesto ferroso íntimamente ligado en el mismo mineral plomoso, esto es, un cuerpo de fácil combinacion con el azufre, que aun contenga la galena despues de calcinada, y si tambien agregamos un mineral de fierro natural, como por ejemplo, el fierro pardo, en una proporcion conveniente, en este caso, la fusion de la galena de los minerales de plomo oxidados y del mineral de plata, se efectuará simultánea y fácilmente

conforme á las reacciones que hemos dicho, y la pérdida de plomo no excederá del orden natural, lo mismo la de la plata que se encontrará aleada con el plomo reducido.

Se sabe que el litargirio empleado en los lechos de fusion en las proporciones convenientes, descompone una parte de los sulfuros metálicos; pero estas cantidades exceden notablemente á lo que teóricamente se puede calcular necesario, y esto suponiendo que todo el azufre en el horno se transformara en ácido sulfuroso, lo cual no sucede; así es que, el empleo solo del litargirio en los lechos de fusion de los metales de la mina de San Júdas ú otros de la misma naturaleza, no como reductor de los sulfuros, sino como agente para recoger y alearse con la plata, nunca podrá ofrecer ni verificar un resultado satisfactorio aunque se emplee el fierro metálico ú otra sustancia para recoger ó saturar el azufre que aun despues de calcinados siempre contienen aquellos metales, porque, como la reduccion del litargirio á plomo metálico en el horno, se efectúa mucho ántes que ninguna de las otras sustancias que al mismo tiempo llegan á la zona de fusion, éste baja rápidamente depositándose en el crisol, aleado únicamente de muy poca plata, y sin que el mineral argentífero se haya fundido del todo á la misma altura en el horno en que fué reducido el litargirio.

La adicion en los lechos de fusion de fierro metálico ó de mineral de fierro en gran cantidad, y como desulfurante, con el objeto de proteger al litargirio despues de reducido, contra la accion del azufre desalojado de los minerales, es de todo punto inconveniente, porque formándose grandes masas de fierro reducido (sub-sulfuros), éste se deposita en las paredes del horno y delante de las toberas ó aleribisis; circunstancia que viene á dar por resultado, que no teniendo libre corriente el aire, se corroen las paredes y el horno se inutiliza completamente.

La riqueza de la aleacion de plomo que se produce en los hornos de fusion, no debe nunca exceder del 1 ó  $1\frac{1}{2}$  p 8; cantidad que pasa perfectamente en la copelacion, es decir, que el quintal contenga de 2 á 3 marcos: bajo esta base debe calcularse la cantidad de plomo en los lechos de fusion, de manera que usando solamente litargirio para los metales de San Júdas, la cantidad seria relativa á la plata que esté contenida en el metal ó metales argentíferos en el lecho de fusion, más, la pérdida exorbitante é incalculable que de aquella sustancia se obtiene por las reacciones químicas que se verifican y que hemos descrito; pero si en vez de litargirio se emplea un mineral plomoso, cualquiera que sea su grado de fusibilidad y aproximadamente igual al mineral argentífero, y el metal ferroso se echa en la cantidad únicamente necesaria para recoger el azufre puesto en libertad por el calor, la

fusion se efectuará perfectamente, la produccion de los *mattes* será corta, y la ley de plata en esta sustancia no excederá de 2 á 3 onzas por cada 300 libras: en este caso, el plomo se combinará con la plata contenida en el mineral, porque llegando todas las sustancias al mismo tiempo á la zona de fusion, serán reducidas simultáneamente y depositándose en el crisol del horno en el órden de sus densidades, esto es, en escala ascendente; 1.º, el plomo argentífero, 2.º, los fierros (*mattes*), 3.º, las escorias, que en grandes tejos lenticulares, cubren las otras dos sustancias, los cuales se van levantando de la mesa del horno conforme se solidifican.

La práctica y la experiencia en el beneficio de los metales sulfurados de la mina de San Júdas, nos ha enseñado que necesitan para extraerles toda la plata que contienen, un exceso de plomo, ó, como se dice prácticamente, *mucho baño de plomo*: las reacciones que se efectúan en el tratamiento de estos metales es inútil repetir las, porque la teoría es la misma para aquellos que para otros; no obstante, los puntos esenciales para obtener una buena fundicion, son los siguientes:

- 1.º Calcinacion de los metales sulfurados lo mas perfecto posible.
  - 2.º El empleo de un mineral plomoso de una ley minima de un 15 á 20 p $\infty$ .
  - 3.º Litargirio necesario para completar el plomo que debe ponerse con el objeto de recoger tambien la propia plata contenida en el metal plomoso; pero todo no debe exceder de la cantidad precisa para formar la aleacion de plata que contenga 1 ó 1½ p $\infty$ ; además, es indispensable conocer la ley en plata y plomo de los metales, para basar el cálculo de la cantidad de plomo que debe ponerse sobre la plata.
  - 4.º El empleo del mineral ferroso en la cantidad lo más estricta posible, sobre el azufre libre que se calcule puedan contener los minerales ya calcinados.
  - 5.º Los *mattes* ó fierros de planchera calcinados tambien como desulfurantes, y para extraerles el plomo y plata que contienen.
  - 6.º Las escorias limpias de la fundicion misma como fundente, y en la proporcion de 130 por ciento sobre el mineral de plata y plomo.
- Para la mejor inteligencia, en el lugar correspondiente pondremos las fórmulas de las *revolturas* ó lechos de fusion.

#### Matrices de los minerales y sus compuestos.

El cuarzo, la arcilla, el espato calizo, el espato fluor y las bases terrosas, son benéficas cuando se encuentran combinadas en los minerales en ciertas proporciones para formar silicatos y aluminatos que comuniquen sin exceso á

las grasas ó escorias la fusibilidad que deben tener; pero si no se tienen esas materias en los minerales que se han de tratar, artificialmente se pueden suplir agregando en las *revolturas*, minerales de fierro, *fierros de planchera calcinados* (mattes), cuarzo, cal y escorias en más ó ménos cantidad cuyas naturaleza sea conocida, y producto de las mismas ú otras fundiciones.

La arcilla, predominando demasiado, es nociva, porque hace refractarias á las sustancias en cuyo contacto se pone; el cuarzo y el espato fluor son benéficos lo mismo que las calcáreas como desulfurantes.

En algunas partes de Europa sustituyen á los minerales de fierro en los lechos de fusion, con las escorias de forja, es decir, con las que producen los hornos de recocer y de afinar en la fabricacion del fierro dulce: tanto estas sustancias como los minerales de fierro, deben ponerse en las proporciones necesarias, para lo cual en los segundos, es preciso conocer su ley en fierro metálico, practicando un ensaye por vía húmeda, y cuya fórmula pondremos al fin.

Algunos minerales contienen sulfato de barita ó espato pesado, cuya materia en presencia del azufre se convierte en sulfuros, el cual, una parte se une á los fierros (mattes) y otras á las escorias; así, este cuerpo podrá ser útil ó perjudicial en la fundicion, segun las circunstancias.

El espato fluor es un buen fundente, pero no es muy abundante en la matriz de los minerales de este distrito para usarlo en las proporciones convenientes: los metales en el estado de galena, que produce la mina de Lomo de Toro, suelen contenerlo algunas veces.

Los minerales argentíferos de este distrito, están generalmente acompañados de varios sulfuros, como son: la blenda, la galena, la pirita de fierro, y los sulfuros de antimonio y de cobre, los cuales en general, aunque una parte del azufre que contienen ha sido desalojado en la calcinacion, la parte que queda se consume en los hornos á expensas del plomo, del fierro metálico ó de los minerales ferrosos que se agregan en los lechos de fusion; pero cuando ellos contienen una proporción muy notable de blenda y de pirita de fierro, como los metales de Anganguero y de Tasco, á pesar de la prévia desulfuracion en los quemaderos, la parte que queda, al fundirlos se volatiliza el zinc que no ha sido descompuesto, y esto ocasiona en los hornos los *cadmies y pegaduras* (engorgements), los primeros en la parte más alta del horno, y los segundos en la zona de fusion; circunstancias que entorpecen completamente la marcha regular del horno; además, disminuye mucho la fluidez de las grasas. La pirita de cobre en general convertida en cobre metálico, se combina y pasa á los *fierros* (mattes) con una ley alta de plata, así es que, cuando el cobre se encuentra en ellos en abundancia, éstos tienen despues su tratamiento especial.

Los sulfuros de antimonio y de arsénico son tan nocivos en la fundicion como la blenda; agregando que el plomo de obra se obtiene muy impuro; circunstancia por qué en la copelacion se producen muchos *fierros del vaso*: esta sustancia es lo que los alemanes denominan con el nombre de *absugs y abstrichs*, ó sean litargirios negros.

### HORNOS.

Los hornos alemanes propiamente altos son convenientes en algunos casos, porque utilizan mejor el calor y se concentra más activamente en la zona de fusion, cediendo en este caso los gases ascendentes más calor á la *carga* y pudiéndose fundir con el *alcribis oscuro*, miéntras que en los hornos bajos se pierde mucho calor con el *alcribis claro*, dando esto lugar á que se fundan las toberas, siendo además las pérdidas por volatilizacion mucho más considerables.

La eleccion de la clase de hornos que debe adoptarse en cualquiera lugar que se trate de establecerlos, debe preceder al estudio de los metales que han de fundirse, y si son *dóciles ó rebeldes*, porque la altura de los hornos segun los modelos europeos, varian desde uno hasta quince metros, fundándose para la eleccion en las teorías siguientes: la altura que debe adoptarse en los hornos depende, 1.º De la fusibilidad de los metales, esto es, si se podrán formar fácilmente silicatos fusibles con las diferentes materias de que se forman los lechos de fusion. 2.º Si al contrario, un exceso de base ó de sílica producirá la escoria refractaria, lo que ocasionaria que contuviera una alta ley de plomo. 3.º Si el mineral es galena pura. 4.º Si al contrario, es galena impura acompañada de otros sulfuros y si ha de fundirse en crudo, esto es, sin prévia calcinacion. 5.º Si los minerales son porosos y poco compactos. 6.º Si son compactos. 7.º Si contienen mucha blenda. 8.º Si aun conteniéndola con preparaciones mecánicas puede eliminarse la mayor parte de ella.

Determinado con cuidado los caracteres mineralógicos de la generalidad de los metales que deban tratarse, la eleccion de la altura de los hornos debe tomarse, para el primer caso, hornos bajos, esto es, de 1 á 2 metros, para el segundo de los más altos 15 metros, para el tercero hornos semi-altos de  $3\frac{1}{2}$  á 4 metros, para el cuarto caso hornos de 5 á 6 metros, y para los 5.º, 6.º, 7.º y 8.º, de  $3\frac{1}{2}$  á 5 metros. Los hornos que aquí hemos construido y que han dado muy buen resultado, tienen de altura: uno  $3\frac{1}{2}$  y otro 4 metros: acompañamos un modelo con sus detalles.

En el país no deben adoptarse hornos de una altura mayor de 5 metros, porque no existiendo todavía descubiertos y en explotacion grandes criade-

ros de carbon mineral, el carbon vegetal, echado en hornos de mayor altura, con su propio peso y con el que soporta por el peso absoluto del mineral, se quiebra y casi se reduce á polvo cerca de la zona de fusion; circunstancia que entorpece completamente la fundicion, porque no desarrollándose la temperatura que produce el carbon en pedazos, el mineral y las demás sustancias caen al crisol en estado pastoso, formándose unos grumos que lo obstruyen completamente, se enfrían y endurecen, costando mucho trabajo despejarlos: el carbon mineral no tiene este defecto, porque es mas consistente y compacto, desarrolla más calor, resistiendo mejor á su peso absoluto y al de las sustancias que se funden; este mismo inconveniente se presenta en la metalúrgia del fierro, para lo cual tampoco se puede extralimitar de ciertas dimensiones en los hornos altos, fundiendo con carbon vegetal.

Tambien se distinguen los hornos en los de crisol interior y crisol exterior: los de crisol interior muy usados en Europa, utilizan mejor el calor, y hay ménos volatilizacion de plomo y plata; pero en cambio es más difícil limpiarlos cuando se obstruyen con los *mattes*, formándose en este caso masas de sub-sulfuros excesivamente duras.

En los de crisol exterior suceden tambien los mismos casos que en los anteriores, aunque con ménos frecuencia; en éstos una parte de las sustancias fundidas se reducen dentro del horno, y cuyo lugar se llama *reposadero*, y la otra en el crisol exterior, llamado *banco ó pileta*, así es que en los casos de algun accidente, se limpia y compone muy fácilmente: además, el horno no se enfría, porque para ejecutar estas operaciones se tapa con barro los aleribises y la boca, conservando así su temperatura por 24 ó 30 horas y algunas veces más: en el pais no se han adoptado todavía los hornos con el crisol interior.

La caja ó cuba de los hornos varia en su figura y dimensiones; la forma rectangular está muy aceptada y la superficie depende del número de toberas que se coloquen, que nunca son más de dos: la forma trapezoidal es la más conveniente, redondeando un poco los dos ángulos que se forman en la base, con el objeto de poder quitar con más facilidad las pegaduras que se adhieren á las paredes: segun algunos autores, la figura circular en la cuba de los hornos, teóricamente, es la que reúne más ventajas: la carga, dicen, que descende más regularmente, y que la distribucion del calor es más uniforme: en España, en Inglaterra y en algunas localidades de Francia se usan estos hornos con buenos resultados, particularmente en el primer punto, en los cuales tratan minerales de plomo, activando la combustion con aire natural que es introducido al horno por troneras convenientemente situadas en toda la circunferencia de la caja.

La colocacion de las toberas ó alcribises es indiferente; esto es, que estén más altas ó más bajos, porque en cualquiera de los dos casos únicamente resultaria que la zona de fusion estaria tambien más alta ó más baja; pero siempre hemos observado en la práctica, colocarlas un poco más altas que el nivel del banco del horno, con el objeto de darle una fuerte inclinacion al *reposadero*, tanto para que *corra* bien el plomo y las escorias, como para que en el crisol se separen mejor estas sustancias segun sus densidades, y obtener así una buena *sangría*. Los alcribises se colocan tambien, unas veces raseros con la testera del horno, y otras prolongándose un poco: el primer sistema se usa en los hornos altos y semi-altos, y el segundo en los castellanos; al colocarlos en los primeros, se les dá la convergencia necesaria, es decir, que las dos columnas de aire formen en el interior del horno un ángulo agudo, corriendo paralelas á los costados del horno; esta convergencia de los alcribises, es más ó ménos fuerte, segun el lugar de la seccion horizontal del horno en que se desée obre el foco de la lumbre, procurando que éste sea á las tres cuartas partes de la distancia que medie de la espalda á la boca del horno.

El diámetro del oído de los alcribises, varia desde 3 hasta 6 centímetros: estas piezas son unas veces de fierro vaciado y otras de cobre batido, de piedra y de barro: la presion del viento arrojado á los hornos varia tambien desde  $2\frac{1}{2}$  hasta 8 centímetros de mercurio ó sean de 30 á 96 de agua. ✕

Cuando los alcribises se colocan raseros con la testera del horno, es necesario formar su prolongacion con un tubo de una longitud de 12 á 15 centímetros, con las mismas grasas de la fundicion; á esto le llaman los fundidores *trompa*, y los franceses *nez*; el objeto es proteger los alcribises contra la accion corrosiva del fuego y de las materias que se funden, y tambien prolongar la columna de aire más al centro del horno. La conservacion de las trompas depende de la temperatura más ó ménos elevada con que se opera, pues cuando ésta es demasiado, se funden, y entónces se pone el alcribis *claro*, estando, en este caso, expuesto á fundirse; mas al contrario, cuando están demasiado *oscuros*, y las trompas muy largas, es una señal de que la *revoltura* está bajando mal preparada á la zona de fusion, ó que el horno se ha enfriado: en estas circunstancias es necesario romperlas y disminuir el aire para que se fundan, y ponerlas de la longitud conveniente. Para fundir con *trompas* en los alcribises, se necesita observar cierto método para echar al horno el carbon y la *revoltura*; éste consiste en cargar las sustancias contra la testera del horno, (Warme,) y el combustible contra el pecho (poitrine), alternando en la superficie que ocupa el metal, con capas de car-

bon en la relacion de un tercio, ó sea un consumo de combustible de 33% teóricamente.

Para encender un horno, (La mise en feu) particularmente si es nuevo en toda su fábrica, se necesita observar algunas precauciones: primero se comienza por secarlo lo mismo que el reposadero y el crisol, con corta cantidad de carbon: esta operacion se prolonga todo el tiempo necesario para desalojar lentamente la humedad, y que el vapor de agua no tenga demasiada expansion, porque de lo contrario, se abririan las paredes exteriores de la fábrica: terminada esta operacion preliminar, se llena el horno hasta sus  $\frac{3}{4}$  de altura de carbon, introduciendo el soplo á muy baja presion y continuando la carga de combustible hasta que el crisol esté al calor del rojo cerezo; entónces se echa la primera carga que es únicamente de escorias; éstas descienden pronto á la zona de fusion, y caen fundidas delante de los alcribises: este es el momento oportuno de formar las primeras *trompas*, lo cual se ejecuta, introduciendo por el alcribis un barretón grueso de fierro mojado todas las veces que sea necesario, hasta formarlas; las grasas continúan corriendo fundidas y bastante líquidas desde el reposadero al crisol; entónces se comienza á cargar la revoltura con metal plomoso, dócil y pobre en ley de plata, con el objeto de que el crisol, reposadero y banco del horno, se saturen de plomo pobre.

El reposadero y el banco del horno se forma de *brasca*; esto es una mezcla de carbon pulverizado y tierra refractaria, en la proporcion unas veces de  $\frac{1}{2}$  de carbon y  $\frac{1}{2}$  de tierra, y otra, de partes iguales de las dos materias tamizadas por cedazos de tela de alambre, de 16 agujeros por centímetro cuadrado; en seguida se mezcla todo en seco perfectamente, y despues se humedece con una cantidad tal de agua, que comprimiendo una pequeña porcion en la mano, no arroje agua, pero que tampoco se desmorone: preparado así el *revolturon*, se echa al horno en capas horizontales, apisonándolas con unos fierros llamados *espetones*, teniendo la precaucion de usarlos calientes: esta operacion de asentar el banco, es muy importante, porque de la más ó ménos perfeccion con que se haya practicado, depende su duracion y la menor imbibicion de plomo argentífero.

Puesto el horno en marcha, y fundiendo ya las *revolturas* con el metal argentífero, debe observarse la cantidad de humo que arroja por la chimenea, el color de la flama que sale por la boca, y sobre todo, si el descenso de la carga es regular, uniforme y paulatino, esto es, si baja igual sobre los dos alcribises; pero no produciéndose esta última circunstancia, será una señal evidente, que se comienzan á formar *pegaduras*, que acudiendo con tiempo se pueden destruir, aumentando ó disminuyendo la *carga de la revoltura*, ó

echando una revoltura especial de grasas limpias y mineral de hierro, susti-  
yendo en este caso el carbon de encino por algunas *cargadas* de carbon de  
ocote que produce una temperatura más elevada en igualdad de circuns-  
tancias.

El objeto de formar una revoltura especial con las grasas y mineral de  
fierro, el cual contiene en la matriz algun cuarzo, es el de obtener un silica-  
to bastante fusible y enérgico, que arrastrando los obstáculos que encuentra  
á su paso, limpia perfectamente las paredes del horno, volviendo éste á se-  
guir su marcha ordinaria.

#### De las máquinas de soplo para los hornos.

Los aparatos de soplo usados en la hacienda de San Antonio, consisten en  
cuatro fuelles pistones, ó bombas de cuero impelentes, de doble efecto, dos  
colocados verticales, y dos horizontales, movidos por una rueda hidráulica  
de la potencia de nueve caballos de vapor, de efecto útil.

Estos fuelles pistones arrojan de aire por minuto 8 metros cúbicos, que  
alimenta á dos hornos semi-altos y un vaso de copelacion.

Este sistema de soplo que algunas circunstancias hicieron adoptar, no es  
conveniente para la metalúrgia de la plata, pues realmente los pistones ó  
bombas impelentes, son más propios para los hornos altos en la fabricacion  
del fierro.

Los defectos de estos aparatos, son dos: primero, que el aire es demasia-  
do comprimido, y segundo, que á pesar del regulador, el soplo no es uni-  
forme como el de los ventiladores de fuerza centrifuga: en mi concepto, es-  
te es el aparato de soplo más conveniente, siempre que su construccion sea  
especial para el objeto que se les destina.

Los mejores ventiladores que se usan en el país, adoptados para la meta-  
lúrgia del plomo y de la plata, son los que existen en las fundiciones de  
«Trojes» cerca del Mineral de Angangueo, y la de «Arcos» en Zultepec: es-  
tos ventiladores están movidos por turbinas escocesas de dos brazos, con el  
eje horizontal, y en cuyos extremos se colocan las poleas, que por medio de  
una banda comunica directamente el movimiento al ventilador: estas turbi-  
nas dan 250 vueltas por minuto, y el ventilador de 1,800 á 2,000, alimen-  
tando de aire 6 hornos semi-altos y 2 vasos de afinar.

La especialidad en la construccion de los ventiladores de «Trojes,» no con-  
siste en otra cosa que en las aspas: éstas son radiales, y las paletas curvas;  
es decir, que en lugar de los brazos ó rayos de fierro que parten de la flecha  
y en los cuales van las paletas, estos rayos ó brazos, se han sustituido por una

placa de fierro, en la cual van fijadas con unas escuadras y remaches las paletas: este sistema está muy bien entendido, porque impide que el aire que entra por las tomas laterales de la caja del ventilador, pase por el mismo efecto de la velocidad de un lado al otro: respecto á la curva que deben llevar las paletas, han adoptado por fórmula cualquiera de los círculos concéntricos que el polvo y el aceite traza en las paredes verticales de las placas de la caja, de manera que el efecto útil de estos ventiladores es extraordinario, y el aire es tan constante como puede desearse.

Como la velocidad de estos aparatos es mucha, las chumaceras en que juegan las flechas del ventilador se destruyen muy pronto; pero en Trojes han adoptado construirlas con una aleacion de zinc y plomo, en razon de un 10 % del primero, y cuyo sistema les ha surtido perfectamente; además, para surtir de aceite á las flechas, usan cajas de grasa con dos mechas cada una, iguales á las construidas por Wolsey.

En todas las fundiciones europeas, para el tratamiento de los metales argentíferos, usan únicamente los ventiladores, generalmente movidos por máquina de vapor; pero en el país, donde en algunas localidades el combustible es más escaso que el agua, no debe adoptarse otro motor que la turbina, y particularmente las construidas por los Sres. Marshall Myer y C.<sup>a</sup>, de Puebla, llamadas: «Turbina Duplex.»

El aire tan comprimido que arrojan los pistones ó bombas impelentes, no es conveniente para la metalúrgia del plomo y de la plata, porque aun con poca velocidad del motor, el aire es demasiado fuerte, y miéntras más despacio se muevan, más intermitente es el soplo; además, la presión de este aire contribuye en gran parte á la mayor pérdida por volatilizaciou del plomo, miéntras que el aire de los ventiladores, con poca ó mucha velocidad siempre es constante, y la presión suficiente para la combustion del carbon que es cuanto se necesita, pues es sabido que el aire que entra en el horno á la temperatura ordinaria, y al ponerse en contacto con el carbon que encuentra encendido delante de los alcribises, le cede su óxigeno, que al combinarse con el carbon produce una temperatura hasta el rojo blanco: ahora bien; como hemos dicho, si esta cantidad de aire es más del que se necesita, éste sube sin descomponerse, consumiendo una cantidad de carbon inútilmente, lo cual se observa fácilmente cuando el combustible se encuentra precedido en la parte superior ó boca de cargas del horno.

Terminada con esto la relacion de la parte teórica y práctica del beneficio de los metales argentíferos de este distrito, començarémos con la descripción de los métodos adoptados para la fusion de los minerales sulfurados que produce la mina de San Júdas en la Bonanza, y de la galena con piritas de fierro de la mina de Lomo de Toro.

(CONTINUARA.)